

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-293481

(43) 公開日 平成11年(1999)10月26日

(51) Int. Cl.⁶

C 2 3 F 4/00

H 0 1 L 21/3065

識別記号

F I

C 2 3 F 4/00

H 0 1 L 21/302

E

E

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-102838

(22) 出願日 平成10年(1998)4月14日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 戸野谷 純一

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株

式会社東芝生産技術研究所内

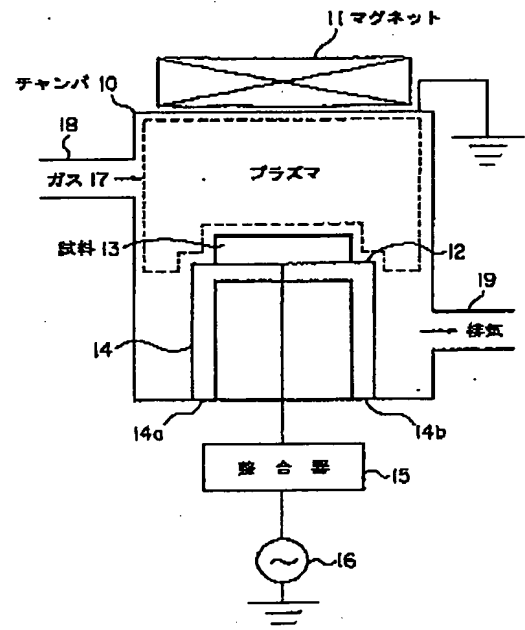
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外 6 名)

(54) 【発明の名称】 薄膜処理方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、 AlO_x を下地材料に対して十分大きな選択比でエッチングする。

【解決手段】 エッチングガス17として BCl_3 と飽和若しくは不飽和炭化水素結合を有する少なくとも1種類のガスとの混合ガスを用いた。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 エッチングガスの励起により生じた中性活性種と反応性イオンを用いて酸化アルミニウム薄膜を下地材料のアルミニウムに対して選択的にエッチングする薄膜処理方法において、

前記エッチングガスは、 BCl_3 と飽和若しくは不飽和炭化水素結合を有する少なくとも1種類のガスとを含むことを特徴とする薄膜処理方法。

【請求項2】 飽和若しくは不飽和炭化水素結合を有する前記ガスは、 CH_2Cl_2 、 CH_3Cl 、 CH_4 、 C_2H_2 、 C_2H_4 、 $CHCl_3$ であることを特徴とする請求項1記載の薄膜処理方法。

【請求項3】 チャンバ内に供給されたエッチングガスを励起し、この励起により生じた中性活性種と反応性イオンを用いて前記チャンバ内に配置された試料の酸化アルミニウム薄膜を下地材料のアルミニウムに対して選択的にエッチングする薄膜処理装置において、

前記エッチングガスとして BCl_3 と飽和若しくは不飽和炭化水素結合を有する少なくとも1種類のガスとを含むガスを用いることを特徴とする薄膜処理装置。

【請求項4】 チャンバ内壁の近傍に対向配置された一対の電極を設置し、これら電極間の静電容量の変化を測定して前記チャンバ内壁に付着、堆積する堆積膜の厚さ又はその変化をモニタする薄膜処理方法。

【請求項5】 チャンバ内壁の近傍に設置された一対の対向電極と、

これら対向電極間の静電容量の変化を測定して前記チャンバ内壁に付着、堆積する堆積膜の厚さ又はその変化をモニタするモニタ手段と、を具備したことを特徴とする薄膜処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、エッチングガスの励起により生じた中性活性種と反応性イオンを用いて酸化アルミニウム薄膜を下地材料のアルミニウムに対して選択的にエッチングする、又はエッチングなどの処理を行うチャンバの内壁に付着、堆積する堆積膜の厚さ又はその変化をモニタする薄膜処理方法及びその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 例えば半導体デバイスや液晶表示パネルデバイス等には、必要な特性を得るために種々の材料を用いて微細な電子回路が形成されている。この電子回路を形成する材料として酸化アルミニウム薄膜(AlO_x)もその構成材料の中の1つとして上げられる。

【0003】 このような電子回路を形成する微細加工プロセスでは、一般にフォトリソグラフィ技術が用いられており、ここで例えばフォトレジストをマスクとしてエッチングする際、下地材料とエッチングする材料とのエッチング速度の比(選択比)が大きいことが要求され

2

る。

【0004】 例えば下地材料である Al 膜や Si 表面にある AlO_x をエッチングする際、これら Al 膜や Si に対し、 AlO_x を十分大きな選択比でエッチングすることが必要となる。

【0005】 このような AlO_x のエッチング方法としては、ウェットエッチングとドライエッチングとがある。このうちウェットエッチングは、リン酸水溶液によるものがあるが、 AlO_x よりも Al のほうが速くエッチングされやすいため、 AlO_x を十分大きな選択比でエッチングすることができない。又、微細パターン形成には、ドライエッチングが不可欠である。

【0006】 又、ドライエッチングは、還元性で質量が比較的大きな CCl_4 や BCl_3 などの塩素性ガスを用いた反応性イオンエッチングで、 Al 表面の自然酸化膜を除去できるものとなっている。

【0007】 しかしながら、このドライエッチングでも Al 表面の自然酸化膜以上に Al が速くエッチングされやすいため、 AlO_x を十分大きな選択比でエッチングすることができない。

【0008】 一方、このような半導体デバイス等の微細な半導体デバイスの作製を行う各種機能薄膜のCVD工程やガスを用いたエッチング工程では、チャンバ内壁のダスト汚染の低減が要求されている。

【0009】 すなわち、図6はかかるCVD工程やエッチング工程に用いられるチャンバ1の概略構成図である。このチャンバ1内には、テーブル2上に試料3が載置され、かつこの試料3に整合器4を介して高周波電源5が接続されている。又、チャンバ1の上部には、エッチング用のガス6を供給するためのガス供給口7が形成されるとともに下部には排気口8が形成されている。

【0010】 このようなチャンバ1では、CVD工程やエッチング工程において、チャンバ1の内壁に堆積物9が付着する。このチャンバ内のダストの主要因の1つは、チャンバ1内壁に付着、堆積した堆積物9の剥がれであり、この堆積物9はガスの分解・結合物或いはエッチング時の反応生成物がチャンバ1内壁に付着・堆積したものである。

【0011】 通常、このようにチャンバ1内壁に付着・堆積した堆積物9の除去のために定期的にチャンバを大気開放してウェットクリーニングが行われている。しかしながら、ウェットクリーニングによるチャンバ内壁の堆積物9の除去は、長い作業時間を必要とするため、できる限り作業回数を少なくすることが要求される。

【0012】 これに対してチャンバ1内壁の温度を制御してチャンバ内壁への堆積量を低減する方法があるが、CVDやエッチングプロセスがチャンバ内壁の温度に敏感な場合、その適用は困難である。

【0013】 又、チャンバ内壁への堆積量が把握されていない場合、ウェットクリーニングの実施時期の適正化

3

が困難である。一方、チャンバを大気開放せずにガス又はプラズマを用いてチャンバ内壁の堆積物を除去するドライクリーニングがある。

【0014】しかしながら、このドライクリーニングでも、チャンバ内壁への堆積量が把握できないと、ドライクリーニングの実施時期とドライクリーニング時間の適正化が難しい。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】以上のようにウェットエッチングやドライエッチングでもAl表面の自然酸化膜以上にAlが速くエッチングされやすいため、AlO_xを十分大きな選択比でエッチングすることができない。

【0016】又、チャンバ内壁への堆積量を把握できないことからチャンバ内壁への堆積物のクリーニング実施時期の適正化が困難である。そこで本発明は、AlO_xを下地材料に対して十分大きな選択比でエッチングできる薄膜処理方法及びその装置を提供することを目的とする。又、本発明は、大気開放せずにチャンバ内壁への堆積量のクリーニング実施時期を適正化できる薄膜処理方法及びその装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】請求項1によれば、エッチングガスの励起により生じた中性活性種と反応性イオンを用いて酸化アルミニウム薄膜を下地材料のアルミニウムに対して選択的にエッチングする薄膜処理方法において、エッチングガスは、BCl₃と飽和若しくは不飽和炭化水素結合を有する少なくとも1種類のガスを含む薄膜処理方法である。

【0018】請求項2によれば、請求項1記載の薄膜処理方法において、飽和若しくは不飽和炭化水素結合を有する前記ガスは、CH₂Cl₂、CH₃Cl、CH₄、C₂H₂、C₂H₄、CHCl₃である。

【0019】請求項3によれば、チャンバ内に供給されたエッチングガスを励起し、この励起により生じた中性活性種と反応性イオンを用いてチャンバ内に配置された試料の酸化アルミニウム薄膜を下地材料のアルミニウムに対して選択的にエッチングする薄膜処理装置において、エッチングガスとしてBCl₃と飽和若しくは不飽和炭化水素結合を有する少なくとも1種類のガスを含むガスを用いる薄膜処理装置である。

【0020】請求項4によれば、チャンバ内壁の近傍に対向配置された一对の電極を設置し、これら電極間の静電容量の変化を測定してチャンバ内壁に付着、堆積する堆積膜の厚さ又はその変化をモニタする。

【0021】請求項5によれば、チャンバ内壁の近傍に設置された一对の対向電極と、これら対向電極間の静電容量の変化を測定してチャンバ内壁に付着、堆積する堆積膜の厚さ又はその変化をモニタするモニタ手段と、を備えた薄膜処理装置である。

4

【0022】

【発明の実施の形態】(1)以下、本発明の第1の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は本発明の薄膜処理方法を適用した平行平板型マグネトロンRIE装置の構成図である。

【0023】チャンバ10の上部には、マグネット11が配置されている。又、チャンバ10内には、基板電極部12上に試料13が載置されている。この基板電極部12には、冷却管14が配管され、その冷却水供給口14aから冷却水が供給され、排出口14bから排出されるものとなっている。

【0024】又、基板電極部12には、整合器15を介して高周波電源(RF)16が接続されている。この高周波電源16は、例えば13.56MHzの出力周波数を持っている。

【0025】上記試料13は、ガラス基板上にAl薄膜を400nmスパッタリングにより成膜し、さらに酒石酸アンモニウムとエチレングリコールとの混合水溶液を化成液として陽極酸化を施して表面に厚さ約100nmの酸化アルミニウム膜(AlO_x)を形成し、このAlO_x膜上に写真蝕刻法によりフォトリソist膜をパターンニングした後、180℃、5分間のベーキングを行ったものである。

【0026】そして、この試料13のサイズは、5~10cm²に形成されている。さらに、チャンバ11の上部には、エッチング用のガス17を供給するためのガス供給口18が形成されるとともに下部には排気口19が形成されている。

【0027】ここで、エッチング用のガス17としては、BCl₃と飽和若しくは不飽和炭化水素結合を有する少なくとも1種類のガスとの混合ガスである。このうち飽和若しくは不飽和炭化水素を有するガスとしては、例えばCH₂Cl₂、CH₃Cl、CH₄、C₂H₂、C₂H₄、CHCl₃等が挙げられる。

【0028】次に上記の如く構成された装置の作用について説明する。チャンバ10内には、エッチング用のガス17としてBCl₃と飽和若しくは不飽和炭化水素結合を有する少なくとも1種類のガスとの混合ガスが供給されるとともに、RF電力によってエッチング用のガス17が励起される。

【0029】このエッチング用のガス17の励起によりチャンバ10内にプラズマPが発生すると、資料表面近くのイオンシースで加速されたイオンのアシストを用いて試料13に対するエッチングが行われる。そして、このエッチング後にフォトリソistが除去される。

【0030】次に、エッチング量の測定結果について説明する。上記の如くフォトリソistを除去し、得られた段差を接触式段差計により測定した値をエッチング量とする。

【0031】ここで、エッチング条件として、エッチン

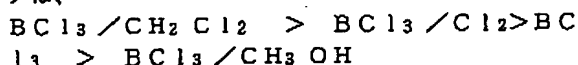
5

グ用のガス17に例えば BCl_3 と CH_2Cl_2 との混合ガスを用いた場合、 BCl_3 と CH_2Cl_2 との各流量を27 sccm, 3 sccmとし、チャンバ1内の圧力を2.0 Pa、基板電極の温度を20℃とした。

【0032】図2はかかるエッチング条件において、エッチング時間を変えたときのエッチング量をプロットした結果を示す。ここでは高周波電源16の出力パワーを200W, 400W, 600Wに変化させている。又、他のエッチングガスによる結果も比較のために載せてある。

【0033】同図から明らかなようにエッチング量が100nm以下の AlO_x のエッチング領域では、 AlO_x はエッチング速度50nm/min (200W), 70nm/min (400W), 100nm/min (600W)でエッチングされるのに対し、エッチング量が100nmを超えAlのエッチング領域に入るとエッチング速度は6nm/min (200W), 20nm/min (400W), 50nm/min (600W)にそれぞれ減少し、選択比8 (200W), 3.5 (400W), 2 (600W)が得られる。

【0034】又、異なるエッチングガスを用いて3分間エッチングしたときのエッチング量の比較からエッチングは、



の順で速くなり、 CH_2Cl_2 の添加によって AlO_x のエッチング高速化が可能となることが分かる。

【0035】一方、比較例として、 AlO_x 膜の厚さが200nmである以外、上記実施の形態と同様な試料13の小片を図1に示す基板電極12上に載置し、エッチング用のガス17として BCl_3 のみを用いてエッチングした。

【0036】図3はかかるエッチングでのエッチング量とエッチング時間との関係を示す。なお、比較のため、陽極酸化しないAl膜について同様にエッチングした結果も示す。

【0037】エッチング量が200nm以下の AlO_x のエッチング領域では、35nm/minの速度でエッチングが進み、エッチング量が200nmを超えAlのエッチング領域に入ると70nm/minの速度となる。

【0038】すなわち、 AlO_x に対するAlの選択比は0.5となる。このように上記第1の実施の形態においては、エッチングガス17として BCl_3 と飽和若しくは不飽和炭化水素結合を有する少なくとも1種類のガスとの混合ガスを用いたので、Alに対するエッチング選択性を得るためAlのエッチングを抑制乃至阻害する*

$$dC/C = (1 - \epsilon_s' / \epsilon_s) dx / |d - (1 - \epsilon_s' / \epsilon_s) x| \quad \dots(1)$$

但し、

6

*薄膜をAl表面上にだけ AlO_x に対し選択的に堆積させるものとなり、 AlO_x を下地材料に対して十分大きな選択比でエッチングできる。

【0039】すなわち、 BCl_3 と飽和若しくは不飽和炭化水素結合を有する少なくとも1種類のガスとの混合ガスによるプラズマでは、 AlO_x やAlのエッチングに主に寄与する反応性の塩素系イオンの他、飽和若しくは不飽和炭化水素から生じる H^* 、 CH_x^* などが存在する。

10 【0040】その結果、AlやSi表面にエッチングバリアとして作用するハイドロカーボン膜の堆積作用が生じる。一方、 AlO_x 表面では、 CH_x^* がエッチング時に試料13の面から供給される酸素により酸化され、分子量が大きくなる前に発揮するためハイドロカーボン膜の堆積は抑制され、エッチングの阻害は起らない。

【0041】逆に、還元性を有する H^* や CH^* により AlO_x 膜中の酸素が引き抜かれやすくなるため、飽和若しくは不飽和炭化水素の存在によって AlO_x のエッチング高速化が起きる。

20 (2) 次に、本発明の第2の実施の形態について図面を参照して説明する。なお、図6と同一部分には同一符号を付してその詳しい説明は省略する。

【0042】図4はCVD工程やエッチング工程に用いられる処理装置の構成図である。チャンバ1の内壁の近傍には、一對の平行平板の対向電極20, 21が設置されている。

【0043】これら対向電極20, 21は、大きさが例えば数 cm^2 程度に形成されたもので、チャンバ1の内壁と同一材質、同一温度で、かつその一方の対向電極21がチャンバ1を通して接地されている。

30 【0044】なお、これら対向電極20, 21は、堆積膜9の膜厚測定時にはチャンバ1の内壁に接触又は一定距離に近付けるものとなる。これら対向電極20, 21には、これら対向電極20, 21間の静電容量の変化を測定してチャンバ1の内壁に付着、堆積する堆積膜9の厚さ又はその変化をモニタするモニタ手段22が接続されている。

【0045】すなわち、対向電極20, 21間には、図5に示すように堆積膜9が形成され、かつその膜厚が変化するので、これら対向電極20, 21間の静電容量Cが変化する。

40 【0046】ここで、これら対向電極20, 21間の距離をd、堆積膜9の膜厚をx、対向電極20, 21の各電極面積をA、堆積膜9の比誘電率を ϵ_s 、真空の誘電率を ϵ_0 、堆積膜9と各対向電極20, 21との隙間の比誘電率を ϵ_s' (~ 1)とすると、

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_s' \cdot A / \{d - (1 - \epsilon_s' / \epsilon_s) x\} \quad \dots(2)$$

である。

【0047】具体的にモニタ手段22は、対向電極20、21間で形成されるコンデンサ、各抵抗R1、R2及びコンデンサC。によりブリッジ回路を構成し、このブリッジ回路に交流電源23を接続したものとなっている。

【0048】従って、ブリッジ回路の対向するコーナに接続された検出器24に流れる電流の変化によって堆積膜9の膜厚が測定できる。次に上記の如く構成された装置の作用について説明する。

【0049】半導体デバイス等の微細な半導体デバイスの作製を行う各種機能薄膜のCVD工程やガスを用いたエッチング工程では、チャンバ1の内壁に堆積物9が付着する。

【0050】これと共に一対の対向電極20、21間にもチャンバ1の内壁と同様に堆積物9が付着する。このように各対向電極20、21間に堆積物9が付着しその膜厚が変化すると、これら対向電極20、21間の静電容量Cが変化する。

【0051】そうすると、例えばブリッジ回路の平衡がくずれ、対向するコーナに接続された検出器24に電流が流れるので、この電流の変化によって堆積膜9の膜厚の変化が測定される。

【0052】これにより、チャンバ1の内壁への堆積物9の堆積量が把握でき、チャンバ1の内壁のクリーニング実施時期の適正化が図れる。このように上記第2の実施の形態においては、チャンバ1内壁の近傍に対向配置された一対の対向電極20、21を設置し、これら対向電極20、21間の静電容量の変化を測定してチャンバ1内壁に付着、堆積する堆積膜9の厚さ又はその変化をモニタするので、チャンバ1を大気開放することなくチャンバ1の内壁に付着、堆積した堆積物9の厚さ又はその膜厚変化をモニタすることができ、この堆積物9の厚さ又はその膜厚変化量からチャンバ1のクリーニングの必要時期を決定でき、長い作業時間を必要とせず、装置の稼働率を向上させることができる。

【0053】なお、本発明は、上記第1及び第2の実施の形態に限定されるものでなく次の通り変形してもよい。本発明は、上記の如くチャンバ1の内壁に付着、堆積する堆積物9と同じ膜を平行平板コンデンサの電極間に挿入し、この平行平板コンデンサの静電容量が電極間

の誘電体、すなわち堆積物9の厚さに依存することを利用したもので、従って、2つの電極は、チャンバ1の内壁と同一材料、同一温度に揃えることが必要となっている。

【0054】例えば、チャンバ1の内壁が石英等の絶縁体である場合、2つの電極を石英と金属からなる多層構造にすれば、本発明の装置を適用することができる。又、一対の対向電極20、21間の静電容量の測定方法としては、上記ブリッジ回路に限るものでなく、その他にLC共振回路を用いて測定してもよい。

【0055】

【発明の効果】以上詳記したように本発明によれば、AlO_xを下地材料に対して十分大きな選択比でエッチングできる薄膜処理方法及びその装置を提供できる。又、本発明によれば、大気開放せずにチャンバ内壁への堆積量のクリーニング実施時期を適正化できる薄膜処理方法及びその装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる薄膜処理方法を適用した平行平板型マグネトロンRIE装置の第1の実施の形態を示す構成図。

【図2】エッチング時間を変えたときのエッチング量をプロットした結果を示す図。

【図3】本発明との比較例としてエッチング量とエッチング時間との関係を示す図。

【図4】本発明に係わる処理装置の第2の実施の形態を示す構成図。

【図5】対向電極間に堆積される堆積膜を示す模式図。

【図6】CVD工程やエッチング工程でのチャンバ内壁の堆積物を示す図。

【符号の説明】

1：チャンバ、

9：堆積膜、

10：チャンバ、

11：マグネット、

12：基板電極部、

13：試料、

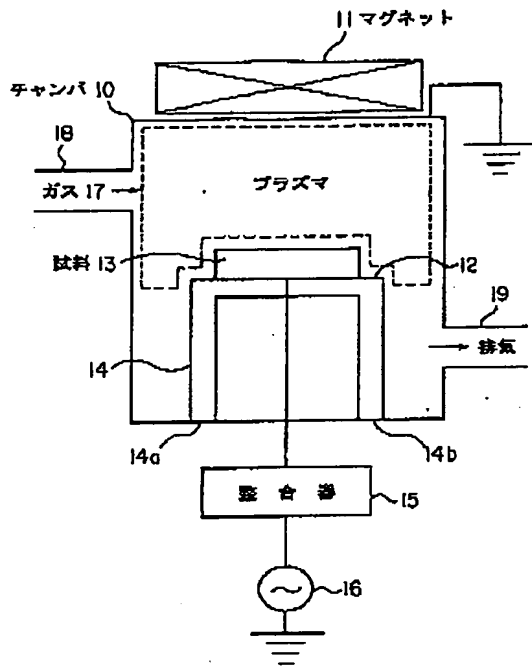
16：高周波電源（RF）、

17：エッチング用のガス、

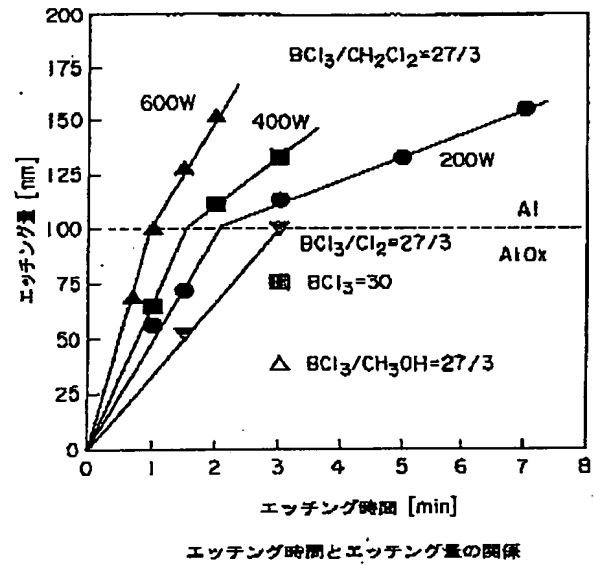
20、21：対向電極、

22：モニタ手段。

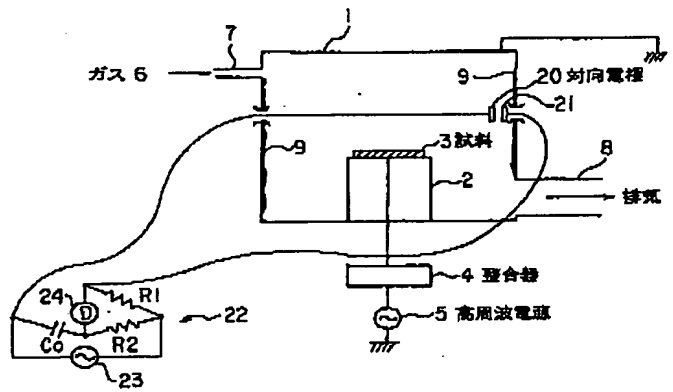
【図1】



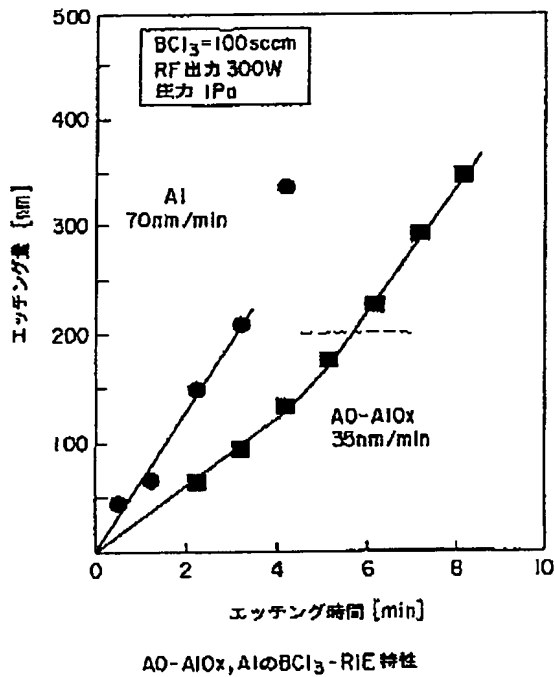
【図2】



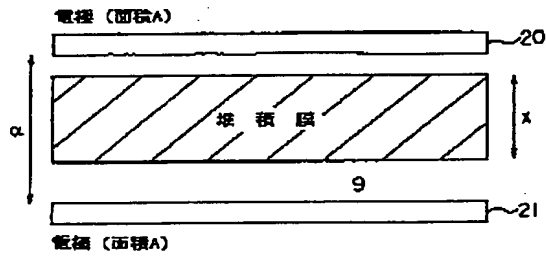
【図4】



【図3】



【図5】



【図6】

